

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-37219

(43)公開日 平成6年(1994)2月10日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H01L 23/40

23/473

識別記号

D

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H01L 23/46

Z

審査請求 未請求 請求項の数6(全5頁)

(21)出願番号 特願平4-188464

(22)出願日 平成4年(1992)7月16日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 東 泉

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

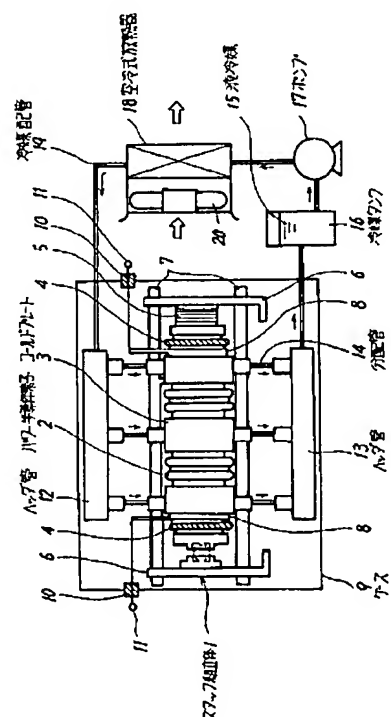
(74)代理人 弁理士 山口 巖

(54)【発明の名称】 パワー半導体装置の冷却装置

(57)【要約】

【目的】冷却性能が高く、しかも装置全体の小形、軽量化が図れるようにしたパワー半導体装置の冷却装置を提供する。

【構成】複数個の平形パワー半導体素子2を積層して構成したスタック組立体1に対し、プレート内部に冷媒通路を形成したコールドプレート3を半導体素子2の各個片と交互に重ねて介装し、かつ各コールドプレート3と冷媒循環路のヘッダ管12、13との間を絶縁パイプの分配管14を介して並列に分岐配管した上で、外部の放熱器18との間で送液ポンプ17によりフロロカーボンなどの電気絶縁性液冷媒15を強制循環送流し、半導体素子2の発生熱を放熱器18を通じて系外に放熱して冷却する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数個の平形パワー半導体素子を積層して構成したスタック組立体に対し、プレート内部に冷媒通路を形成したコールドプレートを半導体素子の各個片と交互に重ねて介装し、かつ各コールドプレートと冷媒循環路のヘッダ管との間を絶縁パイプを介して並列に分岐配管した上で、外部の放熱器との間で電気絶縁性の液冷媒を強制循環送流して半導体素子の発生熱を系外に除熱することを特徴とするパワー半導体装置の冷却装置。

【請求項2】請求項1記載の冷却装置において、液冷媒がクロロカーボンであることを特徴とするパワー半導体装置の冷却装置。

【請求項3】請求項1記載の冷却装置において、コールドプレートの内部に形成した冷媒通路が、入口、出口側のヘッダ部と、両ヘッダ部の間にまたがる複数条のトンネル状溝穴とからなることを特徴とするパワー半導体装置の冷却装置。

【請求項4】請求項2記載の冷却装置において、トンネル状溝穴が凹凸を呈した溝穴であることを特徴とするパワー半導体装置の冷却装置。

【請求項5】請求項1記載の冷却装置において、コールドプレートの内部に形成した冷媒通路が、仕切壁を隔ててプレートの厚さ方向に並ぶ内外二重構造の入口、出口側ヘッダ部と、入口側ヘッダ部から出口側ヘッダ部に向けて前記仕切壁の壁面に分散穿孔した冷媒噴射ノズル穴とからなることを特徴とするパワー半導体装置の冷却装置。

【請求項6】請求項4記載の冷却装置において、入口、出口側の各ヘッダ部の内部に伝熱フィンを兼ねた放射状の補強リブを設けたことを特徴とするパワー半導体装置の冷却装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、車両に搭載して使用する電力変換用のサイリスタ、ダイオードモジュールなどを対象としたパワー半導体装置の冷却装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】頭記のパワー半導体装置は、複数個の平形半導体素子（サイリスタ）をヒートシンクと交互に重ね合わせて積層したスタック組立体として構成されたものである。一方、通電に伴う半導体素子の発生熱を除熱する冷却方式としては、強制空冷方式、水冷却方式、沸騰冷却方式などが従来より知られており、最近では冷却性能、メンテナンス性の面から沸騰冷却方式が多く採用されている。この沸騰冷却方式は、周知のように半導体素子のスタック組立体を密閉圧力容器内でフロンなどの液冷媒に浸漬し、冷媒の沸騰、凝縮サイクルによって半導体素子の発熱を系外に放熱して冷却するようにしたものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、車両搭載用パワー半導体装置の冷却装置では、高い冷却性能に加えて小形、軽量化が重要な課題となる。かかる点、前記した沸騰冷却方式では半導体素子のスタック組立体を密閉圧力容器内に組み込んで液冷媒に浸漬させるために、装置全体が大型で重量が重くなるほか、保安性の面から圧力容器の強度、シール性が厳しく規制されているためにコスト高となる。

【0004】本発明は上記の点にかんがみなされたものであり、その目的は前記課題を解決して冷却性能が高く、しかも小形、軽量化が図れるようにしたパワー半導体装置の冷却装置を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の冷却装置は、複数個の平形パワー半導体素子を積層して構成したスタック組立体に対し、プレート内部に冷媒通路を形成したコールドプレートを半導体素子の各個片と交互に重ねて介装し、かつ各コールドプレートと冷媒循環路のヘッダ管との間を絶縁パイプにより並列に分岐配管した上で、外部の放熱器との間で電気絶縁性の液冷媒を強制循環送流して半導体素子の発生熱を系外に除熱するよう構成するものとする。

【0006】また、前記構成の冷却装置の実施に際しては次記のような実施態様がある。

(1) 液冷媒として、電気絶縁性、熱伝導性に優れた性質を有するクロロカーボンを採用する。

(2) コールドプレートの内部に、入口、出口側のヘッダ部と、両ヘッダ部の間にまたがる複数条のトンネル状溝穴とからなる冷媒通路を形成する。さらに冷媒通路を流れると液冷媒とコールドプレートとの間の熱伝達性を高めるために、前記トンネル状溝穴を凹凸を呈した溝穴とする。

【0007】(3) コールドプレートの内部に、仕切壁を隔ててプレートの厚さ方向に並ぶ内外二重構造の入口、出口側ヘッダ部と、入口側ヘッダ部から出口側ヘッダ部に向けて前記仕切壁の壁面に分散穿孔した冷媒の噴射ノズル穴とからなる冷媒通路を形成する。また、かかる構造のコールドプレートに対して、機械的強度、伝熱性をさらに高めるために、入口、出口側の各ヘッダ部の内部に伝熱フィンを兼ねた放射状の補強リブを設ける。

## 【0008】

【作用】前記の構成において、パワー半導体素子の発生熱は素子の電極面からコールドプレートに伝熱し、さらにコールドプレート内を強制通流する液冷媒に熱移動した後、放熱器を通じて系外に放熱される。ここで、スタック組立体に分散介装した各コールドプレートに対して、液冷媒を並列的に流すことにより各半導体素子が均等冷却される。この場合に、液冷媒として電気絶縁性の高いフッ素系炭化水素を用い、かつ各コールドプレートとヘッダ管の間を絶縁パイプで並列配管したことで、配

3

管、液冷媒を通じて半導体素子が電氣的に短絡したり、アースされたりするおそれはない。

【0009】また、コールドプレート内部の冷媒通路を前項の実施態様(2)ないし(4)のように形成することにより、コールドプレートを通しての半導体素子と冷媒との間の熱通過率、つまり除熱性がより高まる。特に、前項(2)の構成では冷媒通路の伝熱面積が大きくなるほか、液冷媒の乱流効果も加わって高い伝熱効果が得られ、さらに前項(3)の構成によれば、仕切壁のノズル穴を通じて液冷媒が半導体素子と接するコールドプレート10の受熱面に向けて噴射されるので、除熱効果が飛躍的に向上する。

【0010】

【実施例】以下本発明の実施例を図面に基づいて説明する。まず、図1において、1は半導体装置のスタック組立体であり、パワー半導体素子(サイリスタ)2と、熱伝導性が高い金属製のコールドプレート3とを交互に重ね合わせ、さらにその両端側に絶縁板4、加圧ばね5、端板6などを配し、締結スタッド7を介して一体に組立てられている。なお、8は外部導出用の端子板である。また、かかるスタック組立体1はケース9の中に収容し、ブッシング10を通じて端子板8に接続したリード線11を外方に引き出すようにしている。なお、ケース9は压力容器としての機能は必要なく、単純な保護ケースとして構成できる。

【0011】一方、前記コールドプレート3はプレート内部に後述するような冷媒通路が形成されており、かつ個々のコールドプレート3は入口ヘッダ管12と出口ヘッダ管13の間に絶縁パイプ製の分配管14を介して並列に接続されている。さらに、ヘッダ管13と14との間には、液冷媒(フッ素化炭素液を採用する)15を収容した冷媒タンク16、循環送液ポンプ17、空冷式放熱器18を経由する冷媒配管19を接続配管して循環回路を構成している。なお、20は放熱器18の冷却ファンである。

【0012】かかる構成で半導体装置の運転時にはポンプ送液により液冷媒15が系内を強制循環し、その過程でヘッダ管12、13を通じてスタック組立体1に介装した各コールドプレート3に液冷媒が分流して流れる。ここで、パワー半導体素子2に発生した熱は素子と重なり合うコールドプレート3に伝熱し、さらにプレート内を流れる液冷媒15に熱移動して除熱される。一方、昇温した液冷媒15は系内を循環する途中で放熱器18を通じて大気中に放熱し、再び低温になってコールドプレート3に還流する。

【0013】次に、前記したコールドプレート3の内部に形成した冷媒通路の具体的な構造を図2、図3、図4の実施例で説明する。まず、図2の実施例では、液冷媒の入口、出口側にヘッダ部3a、3bを画成するとともに、ヘッダ部3aと3bとの間にまたがって複数条のト

4

ンネル状溝穴(丸穴、あるいは角穴)3cが加工されており、入口側のヘッダ部3aに流入した液冷媒は溝穴3cを分流した後に出口側ヘッダ部3bで合流して流出する。

【0014】また、図3の実施例は図2の構造を改良したものであり、ヘッダ部3aと3bとの間に穿孔した溝穴は、例えばねじ穴のように凹凸のある溝穴3dとして形成されている。このように凹凸のある溝穴3dとすることで、液冷媒に接する伝熱面積が大きくなるほか、溝穴3cの凹凸面による液冷媒の乱流効果が加わって熱伝導がより一層促進されるようになる。

【0015】図4は、図2、図3とさらに異なる実施例を示すものであり、コールドプレート3の内部には仕切壁3eを隔ててプレートの厚さ方向に並ぶ内外二重構造のヘッダ部3f、3gが形成されており、かつ仕切壁3eの壁面にはヘッダ部3fから3gに向けて液冷媒の噴射ノズル穴3hが分散開口している。さらに、前記ヘッダ部3f、3gには仕切壁3eを挟んで伝熱フィンを兼ねた放射状の補強リブ3iが設けてある。なお、前記ノズル穴3hはコールドプレート3の中心周辺に多く分散している。

【0016】かかる構成により、コールドプレート3に流入した液冷媒は内側ヘッダ部3fより仕切壁3eに穿孔したノズル穴3hを通じて左右両側のヘッダ部3gに向けて高速噴出し、半導体素子2と接触し合うコールドプレート3の内壁面を強力に洗流して熱を奪った後、リブ3iに沿ってコールドプレート3の出口より流出する。これにより半導体素子2の発熱に対して高い除熱性能が確保できる。また、前記の補強リブ3iは、スタック組立体1に加えた加圧力(100kgf/cm<sup>2</sup>程度)でコールドプレート自身が破壊しないように強度を強めるほか、伝熱フィンとしての機能を果たす。

【0017】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、スタック組立体の中でパワー半導体素子と交互に重ね合わせたコールドプレートに対し、外部から液冷媒を並列的に強制通流させるようにしたことにより、効果的に素子の発生熱を系外に除熱して各半導体素子を均等に冷却することができる。また、コールドプレートの内部に形成した冷媒通路を請求項3ないし6のように構成することで、コールドプレートを介して半導体素子と液冷媒との間で高い伝熱性が得られる。

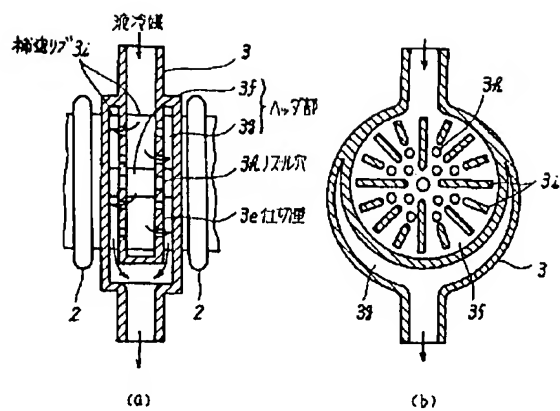
【0018】しかも、従来の沸騰冷却方式のように密閉压力容器、および半導体装置のスタック組立体を冷媒中に浸漬する必要がないので装置全体の小形、軽量化が図れ、特に小形、軽量化が要求される車両に搭載するパワー半導体装置用として好適な実用的価値の高い冷却装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による冷却装置全体の構成配置



【図4】



PAT-NO: JP406037219A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06037219 A  
TITLE: COOLING UNIT FOR POWER SEMICONDUCTOR DEVICE  
PUBN-DATE: February 10, 1994

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
AZUMA, IZUMI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME FUJI ELECTRIC CO LTD  
COUNTRY N/A

APPL-NO: JP04188464  
APPL-DATE: July 16, 1992

INT-CL (IPC): H01L023/40, H01L023/473

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide the cooling unit for a small-sized and light weight power semiconductor device having high cooling capacity.

CONSTITUTION: A cold plate 3, inside of which a refrigerant path is formed, and semiconductor devices 2 are stacked on a stack assembled body 1 which is constituted by alternately stacking a plurality of flat type power semiconductor devices 2 and cold plates 3, and a branch pipeline is arranged in parallel between each cold plate 3 and the header pipes 12 and 13 of the refrigerant circulation path through the intermediary of the distribution pipe 14 of an insulating pipe. Then, an electric insulative liquid refrigerant 15 such as fluorocarbon and the like is forcedly circulated between the cold plates 3 and an outside radiator, and the generated heat of the

semiconductor

devices 2 is radiated to outside the system through the radiator 18 and the semiconductor device 2 are cooled.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio